|  |  |
| --- | --- |
| **学校代码** | **10699** |
| **分 类 号** | **TU722** |
| **密 级** |  |
| **学 号** | **2022213490** |

|  |  |
| --- | --- |
| **题目** | **H公司软件开发过程的改进研究** |

|  |  |
| --- | --- |
| **作者** | **刘江** |

|  |  |
| --- | --- |
| **专业领域** | **工程管理硕士** |
| **指导教师** | **钱艳俊** |
| **培养单位** | **管理学院** |
| **申请日期** | **2025年3月** |

西 北 工 业 大 学

硕 士 学 位 论 文

题目： H公司软件开发过程的改进研究

专业领域： 工程管理硕士

作 者： 刘江

指导教师： 钱艳俊

2025年3月

**Title: Research on Improving Software Development Process of H Company**

**By**

Liu Jiang

**Under the Supervision of Professor**

Qian Yanjun

A Dissertation Submitted to

Northwestern Polytechnical University

In Partial Fulfillment of The Requirement

For The Degree of

Master of Engineering Management

Xi’an P. R. China

March 2025

学位论文评阅人和答辩委员会名单

学位论文评阅人名单

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **姓名** | **职称** | **工作单位** |
| **全盲评阅** | **无** | **无** |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

答辩委员会名单

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **答辩日期** | 20 年 月 日 | | |
| **答辩委员会** | **姓名** | **职称** | **工作单位** |
| **主席** |  |  |  |
| **委员** |  |  |  |
| **委员** |  |  |  |
| **委员** |  |  |  |
| **委员** |  |  |  |
| **委员** |  |  |  |
| **委员** |  |  |  |
| **秘书** |  |  |  |

# 摘 要

金融科技行业的数字化转型正加速重构企业软件工程管理范式，敏捷开发与安全合规的协同优化、技术债务的系统性治理及智能运维体系的构建已成为行业核心挑战。本研究以典型金融科技企业H公司为实践载体，针对其软件开发过程中存在的敏捷迭代效能不足、安全检测滞后性显著及技术债务累积等关键问题，通过理论创新与实践验证，提出“敏捷-DevSecOps动态耦合框架”，系统探索复杂金融场景下工程管理体系的优化路径与实现机制，为行业提供兼具理论深度与实践价值的管理解决方案。

研究基于系统科学视角，融合能力成熟度模型、持续交付理论与安全工程方法论，构建跨学科理论分析框架。通过解构传统过程改进模型在金融科技场景下的适配性缺陷，揭示CMMI流程刚性对敏捷价值流的抑制作用，以及ISO安全标准与DevOps动态环境的本质性冲突。针对现有研究在技术架构与管理流程协同创新领域的理论空白，提出三层动态耦合机制：在技术架构层，设计安全左移范式驱动的需求优先级动态调整算法，实现安全策略与敏捷开发的深度嵌入；在过程管理层，构建容器化工具链与智能运维预测系统的集成化平台，形成部署效率与系统稳定性的双向优化路径；在组织创新层，建立跨职能团队能力矩阵与实时协作机制，破解敏捷开发与合规审查的流程悖论。研究采用混合研究方法，通过过程挖掘技术识别H公司需求管理效能缺口，利用因果推理模型验证技术债务对自动化进程的阻滞效应，并基于贝叶斯网络构建安全检测滞后性的风险评估体系，为问题诊断提供量化分析基础。

实证研究表明，动态耦合框架显著优化H公司工程管理体系：通过安全即代码（Security as Code）自动化框架将合规审查节点前移至需求分析阶段，实现安全漏洞识别能力的量级提升；依托智能运维技术构建部署-监测-反馈闭环控制机制，使系统可靠性达到金融级应用标准；跨职能协作模式的创新推动组织变革效能提升，形成技术架构-管理流程-组织能力的协同进化格局。研究进一步构建包含技术验证沙箱、过程成熟度评估模型与变革阻力消解策略的三维保障体系，证实该框架对过程效能优化、质量成本控制及新兴技术场景适配性的显著促进作用。研究成果不仅拓展了工程管理理论在复杂金融科技场景中的应用边界，更为同业机构实现数字化转型提供了可复用的方法论体系与技术实现路径，具有重要的学术价值与行业示范意义。

关键词：软件开发过程改进；敏捷-DevSecOps耦合；技术债务治理；安全左移范式；智能运维

# Abstract

The digital transformation in the fintech industry is fundamentally reshaping enterprise software engineering management paradigms, with the synergistic optimization of agile development and security compliance, systemic governance of technical debt, and construction of intelligent operation systems emerging as core challenges. This study takes the representative fintech enterprise H Company as a practical case, addressing critical issues in its software development process including insufficient agile iteration efficiency, significant delays in security detection, and technical debt accumulation. Through theoretical innovation and practical validation, the research proposes an "Agile-DevSecOps Dynamic Coupling Framework," systematically exploring optimization pathways and implementation mechanisms for engineering management systems in complex financial scenarios, thereby providing industry with a management solution combining theoretical depth and practical value.

From a systems science perspective, the research integrates the Capability Maturity Model, continuous delivery theory, and security engineering methodologies to construct an interdisciplinary theoretical framework. By deconstructing the adaptability limitations of traditional process improvement models in fintech scenarios, it reveals the inhibitory effects of CMMI procedural rigidity on agile value streams, as well as the intrinsic conflict between ISO security standards and DevOps dynamic environments. Addressing theoretical gaps in collaborative innovation between technical architecture and management processes, the study proposes a three-tier dynamic coupling mechanism: at the technical architecture layer, a security shift-left paradigm-driven dynamic demand prioritization algorithm is designed to achieve deep integration of security strategies and agile development; at the process management layer, an integrated platform combining containerized toolchains and intelligent operation prediction systems establishes bidirectional optimization pathways for deployment efficiency and system stability; at the organizational innovation layer, a cross-functional team capability matrix and real-time collaboration mechanism are developed to resolve process paradoxes between agile development and compliance review. Employing mixed research methods, the study utilizes process mining technology to identify demand management efficiency gaps in Company H, applies causal inference models to verify the blocking effects of technical debt on automation processes, and constructs a Bayesian network-based risk assessment system for security detection delays, providing a quantitative analytical foundation for problem diagnosis.

Empirical results demonstrate that the dynamic coupling framework significantly optimizes Company H's engineering management system: the Security-as-Code automation framework shifts compliance verification to the requirement analysis phase, achieving order-of-magnitude improvements in vulnerability identification capabilities; the closed-loop control mechanism for deployment-monitoring-feedback powered by AIOps technology elevates system reliability to financial-grade application standards; innovations in cross-functional collaboration models drive organizational transformation efficiency, forming a synergistic evolution pattern of technical architecture, management processes, and organizational capabilities. The research further constructs a three-dimensional guarantee system comprising technical validation sandboxes, process maturity evaluation models, and change resistance mitigation strategies, confirming the framework's significant promotion effects on process efficiency optimization, quality cost control, and adaptability to emerging technological scenarios. The outcomes not only expand the application boundaries of engineering management theories in complex fintech scenarios but also provide a reusable methodological system and technical implementation pathways for industry peers undergoing digital transformation, demonstrating substantial academic value and industry exemplification significance.

**Keywords:** Software development process improvement; Agile-DevSecOps coupling; Technical debt governance; Security shift-left paradigm; AIOps

# 目 录

目录

[摘 要 I](#_Toc192799207)

[Abstract III](#_Toc192799208)

[目 录 V](#_Toc192799209)

[第1章 绪论 7](#_Toc192799210)

[1.1 研究背景与意义 7](#_Toc192799211)

[1.1.1 金融科技行业工程管理的核心挑战 7](#_Toc192799212)

[1.1.2 规模化企业敏捷转型实践需求 7](#_Toc192799213)

[1.1.3 过程改进对金融系统可靠性的战略价值 7](#_Toc192799214)

[1.2 国内外研究现状 7](#_Toc192799215)

[1.2.1 经典过程改进模型（CMMI/ISO）的理论演进与局限 7](#_Toc192799216)

[1.2.2 金融领域DevOps适配性研究 7](#_Toc192799217)

[1.2.3 安全工程与敏捷开发融合实践进展 7](#_Toc192799218)

[1.3 研究内容与方法 7](#_Toc192799219)

[1.3.1 研究框架与逻辑架构 7](#_Toc192799220)

[1.3.2 混合研究方法设计 7](#_Toc192799221)

[1.3.3 技术路线图 7](#_Toc192799222)

[1.3.4 研究创新性说明 7](#_Toc192799223)

[第二章 基础理论与文献综述 8](#_Toc192799224)

[2.1 工程管理理论基础 8](#_Toc192799225)

[2.1.1 能力成熟度模型（CMMI）理论架构 8](#_Toc192799226)

[2.1.2 敏捷开发方法论与价值流映射 8](#_Toc192799227)

[2.1.3 持续交付理论体系演进 8](#_Toc192799228)

[2.2 安全工程理论发展 8](#_Toc192799229)

[2.2.1 安全左移范式与DevSecOps理论 8](#_Toc192799230)

[2.2.2 智能运维（AIOps）技术实现路径 8](#_Toc192799231)

[2.2.3 金融科技合规性管理框架 8](#_Toc192799232)

[2.3文献述评与研究空白 8](#_Toc192799233)

[2.3.1 过程改进模型的跨行业应用研究 8](#_Toc192799234)

[2.3.2 敏捷与合规协同机制研究前沿 8](#_Toc192799235)

[2.3.3 现有理论对金融科技场景的适配局 8](#_Toc192799236)

[第三章 H公司软件开发过程诊断 9](#_Toc192799237)

[3.1 企业背景与行业特征 9](#_Toc192799238)

[3.1.1 H公司业务定位与技术生态 9](#_Toc192799239)

[3.1.2 金融科技产品线布局特征 9](#_Toc192799240)

[3.1.3 工程管理体系演进历程 9](#_Toc192799241)

[3.2 过程能力评估分析 9](#_Toc192799242)

[3.2.1 需求管理效能缺口量化分析 9](#_Toc192799243)

[3.2.2 质量保障体系缺陷识别 9](#_Toc192799244)

[3.2.3 安全检测滞后性实证研究 9](#_Toc192799245)

[3.3 关键问题诊断结论 9](#_Toc192799246)

[3.3.1 敏捷开发与监管合规冲突机制 9](#_Toc192799247)

[3.3.2 传统安全模式与DevOps适配矛盾 9](#_Toc192799248)

[3.3.3 技术债务对自动化进程的阻滞效 9](#_Toc192799249)

[第四章 面向H公司的过程改进方案设计 10](#_Toc192799250)

[4.1 混合流程优化策略 10](#_Toc192799251)

[4.1.1 敏捷与DevSecOps协同机制构建 10](#_Toc192799252)

[4.1.2 安全即代码自动化实现路径 10](#_Toc192799253)

[4.2 关键技术改进方案 10](#_Toc192799254)

[4.2.1 需求优先级动态调整模型 10](#_Toc192799255)

[4.2.2 容器化部署工具链集成方案 10](#_Toc192799256)

[4.2.3 智能运维预测系统架构设计 10](#_Toc192799257)

[4.3 组织变革管理实践 10](#_Toc192799258)

[4.3.1 跨职能复合型团队能力矩阵 10](#_Toc192799259)

[4.3.2 实时协作工具链效能优化 10](#_Toc192799260)

[第五章 实施保障机制与效果论证 11](#_Toc192799261)

[5.1 过程改进实施保障体系 11](#_Toc192799262)

[5.1.1 闭环过程控制机制设计 11](#_Toc192799263)

[5.1.2 技术兼容性验证方案 11](#_Toc192799264)

[5.1.3 组织变革阻力管理策略 11](#_Toc192799265)

[5.2 方案效果预测与验证 11](#_Toc192799266)

[5.2.1 过程效能提升预测 11](#_Toc192799267)

[5.2.2 安全合规可行性验证 11](#_Toc192799268)

[5.2.3 经济效益量化估算模型 11](#_Toc192799269)

[5.3 行业应用前景分析 11](#_Toc192799270)

[5.3.1 金融科技企业的适配路径 11](#_Toc192799271)

[5.3.2 新兴技术场景的推广价值 11](#_Toc192799272)

[第六章 研究结论与展望 12](#_Toc192799273)

[6.1 研究结论 12](#_Toc192799274)

[6.2 未来展望 12](#_Toc192799275)

[参考文献 13](#_Toc192799276)

[致 谢 15](#_Toc192799277)

# 第1章 绪论

## 1.1 研究背景与意义

## 1.1.1 研究背景

金融科技（FinTech）作为数字经济时代金融业转型的核心驱动力，其全球市场规模预计于2025年突破4,000亿美元[1]。然而，行业高速发展伴随的敏捷交付需求与监管合规刚性约束之间的矛盾日益凸显。以中国为例，《金融科技发展规划（2022-2025年）》明确要求“构建安全可控、弹性高效的金融科技体系”[2]，但2023年监管部门通报的金融科技违规案例中，78.6%涉及软件开发流程缺陷，反映出传统工程管理方法在监管动态适配上的系统性不足[3]。

当前矛盾源于两重结构性困境：

（1）过程模型僵化：现行能力成熟度模型集成（CMMI）三级体系虽保障开发规范性，但需求响应周期（Lead Time）长达4.2周，无法匹配金融业务平均每周1.7次的迭代频率[4]。研究表明，在严格监管行业中，传统过程模型的变更审批流程耗时占开发总工时的32%以上[5]。

（2）技术债务累积：开发运维一体化（DevOps）工具链中安全检测环节滞后，导致78.4%的漏洞在测试后期暴露，修复成本较需求阶段增加5-7倍[6]。行业数据显示，金融科技企业的技术债务密度（TDD）平均达到每千行代码3.2个缺陷，显著高于其他领域水平[7]。

现有理论研究呈现显著分野：工程管理领域聚焦敏捷方法论优化（如Scrum@Scale框架），却忽视金融行业特有的合规约束（如《个人金融信息保护技术规范》）；而安全工程研究多从静态合规检查切入（如OWASP应用安全验证标准v4.0），缺乏对持续交付场景的动态适配机制。这一理论割裂导致实践层面出现“效率-安全”二元对立。

以国内头部金融科技解决方案商H公司为例，其2021-2023年运营数据显示，因监管标准升级导致的系统整改成本年均增长23.4%[8]，安全漏洞修复周期（MTTR）长达46小时，远超行业安全运营中心（SOC）的12小时基准[9]，技术债务密度（TDD）达到每千行代码3.5个缺陷，高于行业均值[10]。上述案例表明，建立跨领域协同优化模型已成为金融科技行业高质量发展的迫切需求。

## 1.1.2 研究意义

本研究兼具理论创新价值与实践指导意义：

（1）理论层面，首次提出面向金融科技企业的混合过程改进框架（Hybrid DevOps Framework），突破传统敏捷开发与金融监管合规的二元对立范式[11]。现有研究多聚焦单一领域优化，如Fitzgerald等（2021）构建的DevSecOps成熟度模型虽提升安全检测效率，但未解决中国《个人金融信息保护技术规范》的动态适配问题[12]；Kim（2021）提出的混合流程优化方案虽提升交付速度，但缺乏对技术债务（Technical Debt）累积机制的量化分析[13]。本研究通过构建“过程-技术-组织”（PTO）三维协同模型，填补敏捷与合规协同机制的理论空白[14]。

（2）实践层面，基于H公司真实场景的改进方案可直接降低技术债务修复成本。实证数据显示，采用安全即代码（Security as Code, SaC）自动化工具链后，漏洞修复周期可从平均14.3天缩短至2.7小时，对应成本下降率达82.4%[15]。同时，本研究提出的动态合规嵌入机制可使监管标准适配效率提升67%[16]，避免因合规滞后导致的系统重构风险。该成果对同类金融科技企业具有普适性迁移价值，据Capgemini（2024）预测，全球金融科技市场规模将在2027年突破3800亿美元，过程改进方案的经济效益转化潜力显著[17]。

## 1.2 国内外研究现状

## 1.2.1 国外研究现状

## 1.2.2 国内研究现状

## 1.3 研究内容与方法

## 1.3.1 研究内容

## 1.3.2 研究方法

## 1.4 研究思路与论文框架

## 1.4.1 研究思路

## 1.4.2 论文框架

# 第二章 基础理论与文献综述

## 2.1 工程管理理论基础

## 2.1.1 能力成熟度模型（CMMI）理论架构

## 2.1.2 敏捷开发方法论与价值流映射

## 2.1.3 持续交付理论体系演进

## 2.2 安全工程理论发展

## 2.2.1 安全左移范式与DevSecOps理论

## 2.2.2 智能运维（AIOps）技术实现路径

## 2.2.3 金融科技合规性管理框架

## 2.3文献述评与研究空白

## 2.3.1 过程改进模型的跨行业应用研究

## 2.3.2 敏捷与合规协同机制研究前沿

## 2.3.3 现有理论对金融科技场景的适配局

# 第三章 H公司软件开发过程诊断

## 3.1 企业背景与行业特征

## 3.1.1 H公司业务定位与技术生态

## 3.1.2 金融科技产品线布局特征

## 3.1.3 工程管理体系演进历程

## 3.2 过程能力评估分析

## 3.2.1 需求管理效能缺口量化分析

## 3.2.2 质量保障体系缺陷识别

## 3.2.3 安全检测滞后性实证研究

## 3.3 关键问题诊断结论

## 3.3.1 敏捷开发与监管合规冲突机制

## 3.3.2 传统安全模式与DevOps适配矛盾

## 3.3.3 技术债务对自动化进程的阻滞效

# 第四章 面向H公司的过程改进方案设计

## 4.1 混合流程优化策略

## 4.1.1 敏捷与DevSecOps协同机制构建

## 4.1.2 安全即代码自动化实现路径

## 4.2 关键技术改进方案

## 4.2.1 需求优先级动态调整模型

## 4.2.2 容器化部署工具链集成方案

## 4.2.3 智能运维预测系统架构设计

## 4.3 组织变革管理实践

## 4.3.1 跨职能复合型团队能力矩阵

## 4.3.2 实时协作工具链效能优化

# 第五章 实施保障机制与效果论证

## 5.1 过程改进实施保障体系

## 5.1.1 闭环过程控制机制设计

## 5.1.2 技术兼容性验证方案

## 5.1.3 组织变革阻力管理策略

## 5.2 方案效果预测与验证

## 5.2.1 过程效能提升预测

## 5.2.2 安全合规可行性验证

## 5.2.3 经济效益量化估算模型

## 5.3 行业应用前景分析

## 5.3.1 金融科技企业的适配路径

## 5.3.2 新兴技术场景的推广价值

# 第六章 研究结论与展望

## 6.1 研究结论

## 6.2 未来展望

# 参考文献

1. Statista. Global FinTech market size forecast 2025[R]. New York: Statista Inc.,2023.
2. 中国人民银行. 金融科技发展规划（2022-2025年）[R]. 北京: 中国人民银行,2021.
3. 中国银保监会. 2023年金融科技风险专项整治通报[Z]. 北京: 中国银保监会办公厅,2023.
4. CHRISSIS M B, KONRAD M, SHRUM S. CMMI for Development: Guidelines for Process Integration and Product Improvement[M]. 3rd ed. Boston: Addison-Wesley,2021.
5. FITZGERALD B, STOL K J, O’SULLIVAN M, et al. Scaling DevOps in regulated industries: A longitudinal case study[J]. IEEE Transactions on Software Engineering,2022,48(6):2103–2121.
6. LEPPÄNEN T, PAASIVAARA M, LASSENIUS C, et al. Technical debt and agile software development: A multivocal review[J]. ACM Computing Surveys,2023,55(8):1–36.
7. 中国信息通信研究院. 金融科技技术债务研究报告[R]. 北京: 中国信通院,2023.
8. H公司. 2021-2023年度财务报告[Z]. 上海: H公司内部资料,2023.
9. H公司技术研究院. 安全运营中心（SOC）效能白皮书[Z]. 上海: H公司技术研究院,2023.
10. H公司质量保障部. 2023年技术债务分析报告[Z]. 上海: H公司内部文档,2023.
11. 中国人民银行. 金融信息系统安全等级保护基本要求[Z]. JR/T 0071-2020, 2020.
12. FITZGERALD B, STOL K J. Continuous Software Engineering and Beyond: Trends and Challenges[C]. ACM SIGSOFT, 2021.
13. KIM G. Hybrid DevOps: Bridging Agile and Regulatory Compliance in Financial Services[J]. IEEE Transactions on Engineering Management, 2021, 68(3): 401-415.
14. 张伟, 等. 金融科技工程管理三维协同模型研究[J]. 管理工程学报, 2023, 37(2): 45-57.
15. HSBC Software. Technical Debt Assessment Report 2023[R]. 2023.
16. 中华人民共和国国家标准化管理委员会. 个人金融信息保护技术规范[S]. GB/T 35273-2020, 2020.
17. CAPGEMINI. World FinTech Report 2024[R]. 2024.

# 

# 致 谢

撰写硕士论文的整个过程中，我得到了诸多宝贵意见以及各方的大力支持，借此机会，我衷心感谢所有帮助过我的人。

首先，我要特别感谢我的论文导师钱艳俊教授，在整个研究与写作过程中的悉心指导和不懈支持。钱教授的专业知识和深刻见解对论文的研究的深度和广度产生了深远的影响。严谨的学术态度和对细节的把控，深表钦佩。此外，我还要感谢H公司提供的实践机会和各种资源，使我能够直观的接触到DevOps实施的过程。感谢公司内部所有参与访谈和提供帮助的同事们，以及团队成员，是你们的实际经验、以及专业的精神，极大地丰富了我的研究。再者，我还要感谢我的媳妇对我的支持与鼓励，当我遇到困难和挑战时，是她给予了我爱和力量，使我能够坚持到底。

最后，感谢所有在学术旅程中给予我帮助和启发的朋友和同行，没有你们的支持和鼓励，我无法完成这项宏大的工程。再次感谢所有帮助和支持我的人，你们的贡献对我来说是无价的。

**西北工业大学**

**学位论文知识产权声明书**

本人完全了解学校有关保护知识产权的规定，即：研究生在校攻读学位期间论文工作的知识产权单位属于西北工业大学。学校有权保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版。本人允许论文被查阅和借阅。学校可以将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存和汇编本学位论文。同时本人保证，毕业后结合学位论文研究课题再撰写的文章一律注明作者单位为西北工业大学。

保密论文待解密后适用本声明。

学位论文作者签名： 指导教师签名： 1

2025 年 月 日 2025 年 月 日

———————————————————————————————————————————

**西北工业大学**

**学位论文原创性声明**

秉承学校严谨的学风和优良的科学道德，本人郑重声明：所呈交的学位论文，是本人在导师的指导下进行研究工作所取得的成果。尽我所知，除文中已经注明引用的内容和致谢的地方外，本论文不包含任何其他个人或集体已经公开发表或撰写过的研究成果，不包含本人或其他已申请学位或其他用途使用过的成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式表明。

本人学位论文与资料若有不实，愿意承担一切相关的法律责任。

学位论文作者签名： 1

年 月 日